



Attorney's Docket No.: 15540-009001 / 18.00224 / DS07757

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Jürgen-Michael Weick et al. Art Unit : 2856
Serial No. : 10/632,096 Examiner : Unknown
Filed : August 1, 2003
Title : LASER PROCESSING MACHINE

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 USC §119 from the following application(s):

European Patent Convention Application No. 02017281.3 filed August 1, 2002.

A certified copy of each application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges or credits to Deposit Account No. 06-1050.

Respectfully submitted,

Date: 1/13/04



Mark R.W. Bellermann
Reg. No. 47,419

Fish & Richardson P.C.
1425 K Street, N.W.
11th Floor
Washington, DC 20005-3500
Telephone: (202) 783-5070
Facsimile: (202) 783-2331





Eur pâisches
Patentamt

Eur pean
Patent Office

Office européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

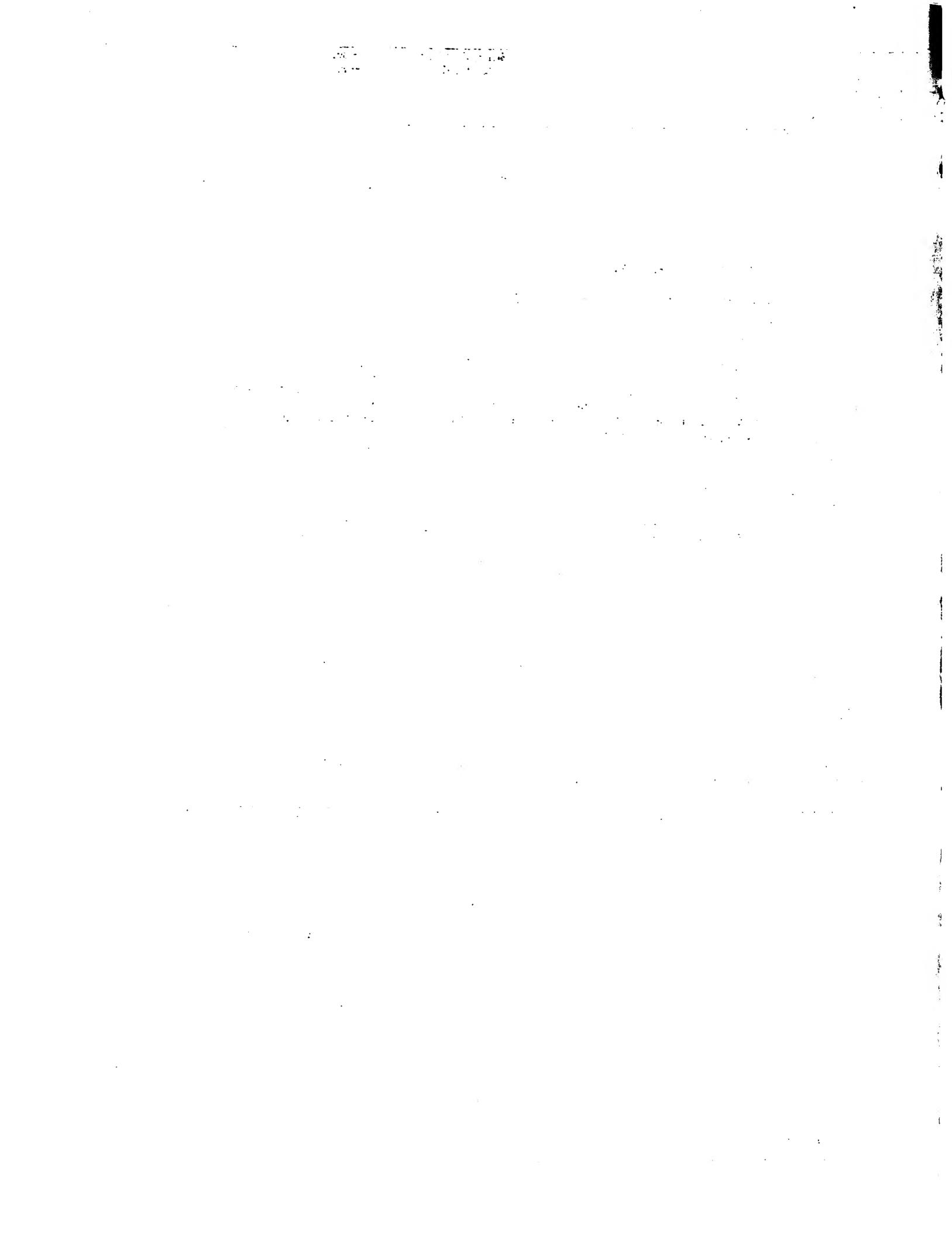
02017281.3

Der Präsident des Europäischen Patentamts:
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk





Anmeldung Nr:
Application no.: 02017281.3
Demande no:

Anmelde tag:
Date of filing: 01.08.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
Johann-Maus-Strasse 2
71254 Ditzingen
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Lasrbearbeitungsmaschine

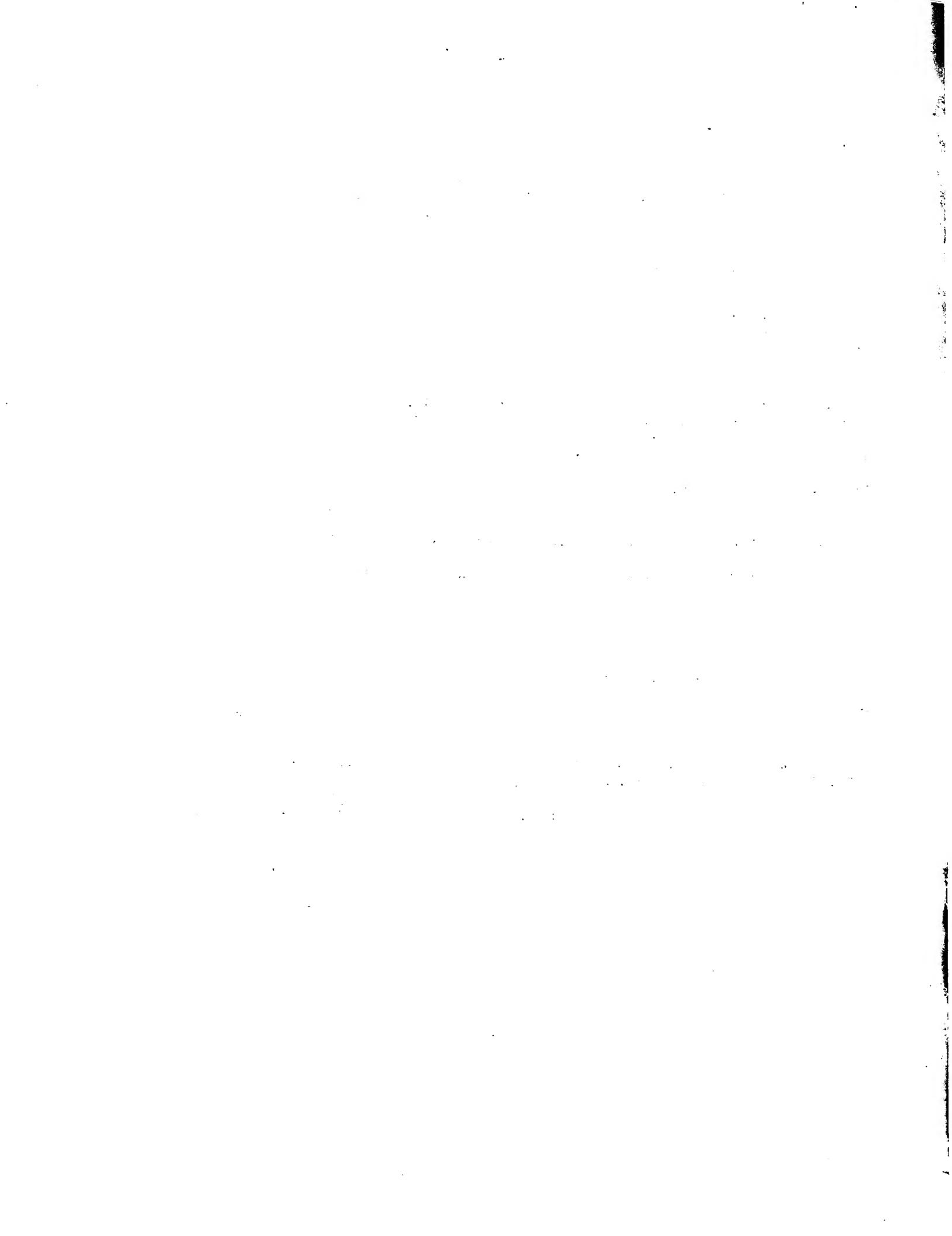
In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G01M/

Am Anmelde tag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR



BESCHREIBUNGEPO - Munich
80
01. Aug. 2002**Laserbearbeitungsmaschine**

5

Die Erfindung betrifft eine Laserbearbeitungsmaschine zur Bearbeitung von Werkstücken.

Bei einer Laserbearbeitungsmaschine mit einem CO₂-Laser wird die 10 Laserstrahlung zur Materialbearbeitung durch Molekülschwingungen erzeugt. Üblicherweise wird die erzeugte Laserstrahlung durch eine Gasatmosphäre geführt, die mit gezielten Maßnahmen frei von Stoffen gehalten wird, welche die erzeugte Laserstrahlung absorbieren können.

15 Die Messung des photoakustischen Effekts ist durch L.B. Kreutzer: Laser opto-acoustic spectroscopy, A new technique of gas analysis, Anal. Chem. 46 239A, 1974, bekannt geworden.

Durch die DE 195 35 720 A1 ist ein Verfahren und eine Anordnung zur 20 Dichtheitsprüfung von Gehäusen bekannt geworden, bei welchem ein austretendes Gas durch ein Lichtbündel einer so abgestimmten Lichtquelle beleuchtet wird, dass bei Existenz einer Undichtheit des Gehäuses der photoakustischer Effekt gemessen werden kann. Zur Verbesserung der Messung wird ein Rückkopplungskreis vorgeschlagen.

25

Zur Kontrolle der Gasatmosphäre ist die Verwendung eines Molekülsiebs (siehe beispielsweise EP 0 749 800) oder der Einsatz von Stickstoff als Füllgas für die Strahlführung (siehe beispielsweise WO 95/33594) bekannt.

TELEFON 0711/784731 TELEFAX 0711/7800995/96
KOHLER SCHMID + PARTNER RUPPMANNSTR. 27 D-70565 STUTTGART

KOHLER SCHMID + PARTNER
5 PATENTANWÄLTE GBR

EPO - Munich
80
01. Aug. 2002

10 Stuttgart, 29. Juli 2002
 Unser Az.: 25105 Bc

15

Anmelder:

20 Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
 Johann-Maus-Straße 2
 D-71254 Ditzingen

25 **Vertreter:**

 Kohler Schmid + Partner
 Patentanwälte GbR
 Ruppmannstraße 27
30 D-70565 Stuttgart

Zum Stand der Technik gehören auch Aufwendungen oder Abschirmungen gegen einen Gaseintritt von außen.

Die CO₂-Laserstrahlung wird von vielen Molekülen mehr oder weniger stark absorbiert. Voraussetzung zur Absorption ist es, dass eine der Molekülbindungen die passende Bindungsenergie besitzt. Beispiele für solche gasförmigen Stoffe, welche von der Strahlführung ferngehalten werden müssen, sind SF₆, C₂H₄, halogenierte Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, Alkohole, Aceton, CO₂.

10

Die schädigende Wirkung dieser Gase ist nicht die Absorption an sich und somit die Schwächung der zur Bearbeitung notwendigen Leistung der Laserstrahlung, sondern die auf Grund der Absorption entstehende optische Wirkung auf die Laserstrahlung, welche zu einer Strahlaufweitung und Verzerrung der Phasenfront führt. Die für die Laserbearbeitungsmaschine relevante Absorption wirkt sich nicht nennenswert leistungsschwächend aus. Der eigentlich schädliche Effekt ist die durch eine Temperaturerhöhung und durch die daraus erfolgte Änderung des Brechungsindex negative Beeinflussung der Laserstrahlung.

15

Untersuchungen haben ergeben, dass eine Verunreinigung von < 100 ppb (0,1 ppm) SF₆, ausreicht, welches bei 10 µm Wellenlänge die stärkste bekannte Absorption aufweist, um das Schneiden von Stahlblech mit 3 kW Laserleistung entscheidend zu beeinträchtigen.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Überwachung der Gasatmosphäre und sämtlicher Betriebsgase, welche mit der Laserbearbeitung in Wechselwirkung stehen, innerhalb einer Laserbearbeitungsmaschine zu ermöglichen.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Laserbearbeitungsmaschine eine Messzelle, in welche ein zu analysierendes Gas einströmen kann, eine Einrichtung zur Auskopplung einer Diagnosestrahlung aus der zur Materialbearbeitung eines Werkstücks vorgesehenen Laserstrahlung und einen Schalldetektor zur Erfassung des in der Messzelle nach Absorption der Diagnosestrahlung entstehenden sog. photoakustischen Effekts aufweist.

Die Erfindung hat folgende Vorteile:

10

- Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Messprinzips können die Moleküle gezielt detektiert werden, welche die Wellenlänge des CO₂-Lasers absorbieren.
- Genau diese störenden Moleküle beeinflussen die Bearbeitung und können frühzeitig erkannt werden.
- Mit dem Bearbeitungslaser steht ein Diagnoselaser zur Verfügung und muss nicht zusätzlich installiert werden.

In der Messzelle können bereits geringe Konzentrationen von SF₆ oder C₂H₄ nachgewiesen werden, weil eine starke Absorption einer Diagnosestrahlung von beispielsweise 10,6 µm ausgenutzt werden kann. Durch die Auskopplung der Diagnosestrahlung aus der vorhandenen Laserstrahlung zur Materialbearbeitung kann der Einsatz eines zusätzlichen Messlasers, welcher in den marktüblichen Systemen enthalten ist, entfallen. Es kann eine Echtzeitanalyse der Qualität der Gasatmosphäre in der Strahlführung bzw. der Arbeitsgase des Lasers und der Schweiß- oder Schneidgase realisiert werden.

Auf einfache Weise lässt sich die Einrichtung zur Auskopplung der Diagnosestrahlung aus der Laserstrahlung durch Mittel zur Beugung,

Reflexion oder durch den Einsatz teildurchlässiger Spiegel der Laserstrahlung ausbilden, welche in eine Laseroptik der Laserbearbeitungsmaschine leicht integriert werden können.

5 Bevorzugt ist die Anordnung der Einrichtung zur Auskopplung der Diagnosestrahlung im Bereich eines Rückspiegels der Laserstrahlquelle der Laserbearbeitungsmaschine.

In Weiterbildung der Erfindung sind Mittel zur Erzeugung einer gepulsten 10 Diagnosestrahlung vorgesehen. Dies ist zur Messung eines photoakustischen Effekts erforderlich. Die Erzeugung gepulster Laserstrahlung kann mechanisch oder elektronisch erfolgen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Regeleinheit 15 für einen Spülgaseinsatz in Abhängigkeit von dem gemessenen photoakustischen Effekt vorgesehen. Der Einsatz von Spülgas muss nur bei Bedarf erfolgen. Der N₂-Verbrauch kann reduziert werden. Bevorzugt ist eine Regelung der Durchflussrate der Gase der Laserbearbeitungsmaschine, indem bei Verunreinigung der Zuleitung oder der Laserstrahlführung durch 20 einen erhöhten Durchfluss eine Reinigung der Zuleitung oder der Laserstrahlführung durch die Zu- oder Durchströmung mit möglichst reinen Gasen erfolgt.

Zur Vereinfachung des Aufbaus der Laserbearbeitungsmaschine ist es 25 vorteilhaft, wenn eine gemeinsame Messzelle zur Analyse unterschiedlicher Gase der Laserbearbeitungsmaschine, insbesondere von Versorgungsgasen des Lasers und/oder der Laserbearbeitungsmaschine, von Schneidgasen und/oder Arbeitsgasen, vorgesehen ist.

Vorteilhaft ist es, die Messung des photoakustischen Effekts zur Steuerung der Laserbearbeitungsmaschine einzusetzen, indem eine Geschwindigkeitsreduktion („Notlauf“) der Bearbeitung oder ein Abbruch der Bearbeitung („Stop“) in Abhängigkeit von dem gemessenen 5 photoakustischen Effekt erfolgt. Eine fehlerhafte Bearbeitung wird rechtzeitig unterbrochen.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird nachfolgend mit Bezug zur Figur der 10 Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Anordnung zur Analyse eines gasförmigen Mediums im Bereich einer Laserbearbeitungsmaschine;

15

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung einer Laserbearbeitungsmaschine;

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung der Regelung.

20 Aus der **Fig. 1** ist eine Anordnung 1 mit einer gasdichten Messzelle 2 ersichtlich, in welche eine zu analysierende Gasatmosphäre mittels eines Gaseinlasses 3 und eines Gasauslasses 4 ein- und ausströmen kann. Das Gas wird mittels einer Vakuumpumpe eingesaugt. Auf Grund der erforderlichen Reinheit muss die Messleitung und die Messzelle 2 evakuiert 25 sein. Zur Analyse des Gases wird eine Diagnosestrahlung 5 eines nicht dargestellten CO₂-Lasers der Laserbearbeitungsmaschine mit einer Wellenlänge von etwa 10 µm durch die Messzelle 2 gelenkt.

Wenn Gasmoleküle, z. B. SF₆, einen Teil der Diagnosestrahlung 5 30 absorbieren, wird die absorbierte Energie in Form von kinetischer und damit

thermischer Energie anschließend wieder abgegeben. Diese Energieabgabe führt zu einer messbaren Druckänderung, welche mit Hilfe eines Schalldetektors - ein empfindliches Mikrophon - nachgewiesen werden kann (photoakustischer Effekt, siehe auch L.B. Kreutzer: Laser opto-acoustic spectroscopy, A new technique of gas analysis, Anal. Chem. 46 239A, 1974). Wird nun das in der Messzelle 2 befindliche Gas systematisch mit der gepulsten Diagnosestrahlung 5 bestrahlt und befinden sich absorbierende Moleküle in der Gasatmosphäre, so können diese während der Messung einen Teil der Diagnosestrahlung für einen kurzen Zeitraum aufnehmen, so dass eine durch die Absorption erzeugte Druckänderung über einen Schalldetektor registriert und mittels elektronischer Signalverarbeitungsverfahren ausgewertet werden kann.

Zur Erzeugung der Diagnosestrahlung 5 wird mit Hilfe eines Rückspiegels 7 und eines Chopperrades 8 ein kleiner Teil der an sich zur Materialbearbeitung eines Werkstücks zur Verfügung stehenden Leistung des CO₂-Lasers ausgekoppelt. Zur Erzeugung eines gepulsten Laserstrahls für die Diagnosestrahlung 5 wird das Chopperrad 8 (mechanischer Strahlzerhacker) eingesetzt. Alternativ kann der Laser in Bearbeitungspausen definiert gepulst werden, ggf. können zwei bis drei gezielte Messfrequenzen erzeugt werden. Es werden 10 bis 20 W der vorzugsweise am Rückspiegel 7 einer Strahlquelle auftreffenden Laserstrahlung des CO₂-Lasers verwendet. Etwa 0,2 bis 1% der Laserleistung wird zur Gasanalyse ausgekoppelt. Die Diagnosestrahlung 5 wird durch die Messzelle 2 geleitet, in welcher sich der Schalldetektor befindet. Am gegenüberliegenden Ende der Messzelle 2 sitzt ein Leistungsmesskopf 6 hinter einem Fenster 9 zur Messung der eingestrahlten Laserleistung.

Zur Auskopplung der Diagnoseleistung 5 kann auch ein beliebig teildurchlässiger Umlenkspiegel der Strahlführung des CO₂-Lasers eingesetzt werden. Ebenso kann die Diagnosestrahlung 5 durch Reflektion oder Beugung aus dem Bearbeitungsstrahl des CO₂-Lasers herausgeführt und in 5 die Messzelle 2 durch ein Fenster **10** eingestrahlt werden.

Die Anordnung 1 kann an einer an sich bekannten und daher nicht gezeigten Laserbearbeitungsmaschine fest installiert werden, z.B. als eine Diagnoseeinheit. Die Anordnung 1 kann auch als nachrüstbares Diagnose-10 Modul vorgesehen und zusätzlich an einer bestehenden Laserbearbeitungsmaschine angebracht werden. Es ist weiterhin möglich, die Anordnung 1 kurzzeitig an die Laserbearbeitungsmaschine für Messungen oder Analysen anzuschließen. Mit Hilfe der Anordnung 1 kann die Qualität einer Gasatmosphäre innerhalb der Laserbearbeitungsmaschine 15 (durch eine Vakuumpumpe angesaugt) zyklisch gemessen werden: Luft oder Stickstoff in der Strahlführung, Schneid-, Schweiß- oder Schutzgas für die Materialbearbeitung, Laserbetriebsgase. Mögliche Probleme bei der Materialbearbeitung in Folge einer Beeinflussung der Laserstrahlung durch verunreinigte Gase können präventiv unterbunden werden.

20 Weiterhin kann die Gasatmosphäre im Strahlengang auf Ihre Reinheit hin geregelt werden. Das Spülgas (Stickstoff) muss nicht ständig durchblasen werden, sondern nur noch bei Bedarf.

25 Bei einer Laserbearbeitungsmaschine **11** gemäß **Fig. 2** ist eine einzige Messzelle **12** zur Überprüfung der Gaszusammensetzung in den Zuleitungen der Versorgungsgase, der Schneid- und Arbeitsgase und der Gase in der Strahlführung vorgesehen. Der an einem Rückspiegel **13** austretende, einem Leistungsmesskopf **14** zugeführte Laserstrahl **14** wird als 30 Diagnosestrahl in die Messzelle **12** gelenkt. Mit Hilfe einer

Multiplexerschaltung und Ventilen **15** werden der Messzelle 12 wahlweise zu untersuchende Gase zugeführt. Dies können Gase aus Zuleitungen für Versorgungsgase des Lasers, d. h. aus einer Zuleitung **16** (CO_2), **17** (N_2) und **18** (He) sein. Auch die Gasatmosphäre in einer Strahlführung **19**, in welche Schneid- und Arbeitsgase über eine Zuleitung **20** (O_2) und eine Zuleitung **21** (N_2) geleitet werden, kann überprüft werden, da ein Gasaustritt **22**, eine Zuleitung zur Messzelle 12 und ein Ventil 15 in der Zuleitung vorgesehen sind. Der Messzelle 12 ist eine Vakuumpumpe **23** zur Evakuierung der Messzelle 12 zugeordnet.

10

Denkbar ist auch eine Rückführung der Gase nach dem Gasaustritt 22 in die Strahlführung 19.

Eine Absaugung **24** mit einem Filter für die Gase der Laserbearbeitungsmaschine **11** komplettieren die Laserbearbeitungsmaschine 11. Wird Kunststoff geschnitten und mit einem Aktivkohlefilter gearbeitet, so kann die Filterwirkung mit Hilfe der Anordnung zur Gasanalyse (Messzelle, Sensor) überwacht und ein Warnsignal erzeugt werden, wenn die Aktivkohle belegt und die Adsorption unzureichend ist.

Fig. 3 veranschaulicht eine Regelung der Gasströmung der Arbeits- und Schneidgase, indem das Gasvolumen **25** in der Strahlführung 19 auf Absorption der Diagnosestrahlung kontrolliert wird. Ein Vergleich zwischen Ist- und Sollwert hat zur Folge, dass bei Überschreitung eines Grenzwertes X_w die Durchflussrate Q der Arbeits- und Schneidgase bei Absorption erhöht wird, um die störenden Gasmoleküle durch nachströmende Gasmoleküle der Arbeits- oder Schneidgase zu ersetzen. Das Spülgas (Stickstoff) muss beispielsweise nicht mit hoher Strömungsrate ständig durchblasen werden, sondern nur noch bei Bedarf.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1** Analyseanordnung
- 5 **2** Messzelle
- 3** Gaseinlass
- 4** Gasauslass
- 5** Diagnosestrahlung
- 6** Messkopf
- 10 **7** Rückspiegel
- 8** Chopperrad
- 9** Fenster der Messzelle
- 10** Fenster der Messzelle
- 11** Laserbearbeitungsmaschine
- 15 **12** Messzelle
- 13** Rückspiegel
- 14** Laserstrahl
- 15** Ventil
- 16** Zuleitung
- 20 **17** Zuleitung
- 18** Zuleitung
- 19** Strahlführung
- 20** Zuleitung
- 21** Zuleitung
- 25 **22** Gasaustritt
- 23** Vakuumpumpe
- 24** Absaugung
- 25** Gasvolumen

PATENTANSPRÜCHE

5 **1. Laserbearbeitungsmaschine (11)**

- mit einer Messzelle (2; 12), in welche ein zu analysierendes Gas einströmen kann,
- mit einer Einrichtung (7) zur Auskopplung einer Diagnosestrahlung (5; 14) aus der zur Materialbearbeitung eines Werkstücks vorgesehenen Laserstrahlung vorzugsweise eines CO₂-Lasers,
- mit einem Schalldetektor zur Erfassung des in der Messzelle (2; 12) nach Absorption der Diagnosestrahlung (5; 14) entstehenden sog. photo-akustischen Effekts.

15

2. Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Auskopplung der Diagnosestrahlung (5; 14) aus der Laserstrahlung Mittel zur Beugung der zur Leistungsmessung genutzten Laserstrahlung umfasst.

20

3. Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Auskopplung der Diagnosestrahlung (5; 14) aus der Laserstrahlung Mittel zur Reflexion der zur Leistungsmessung genutzten Laserstrahlung umfasst.

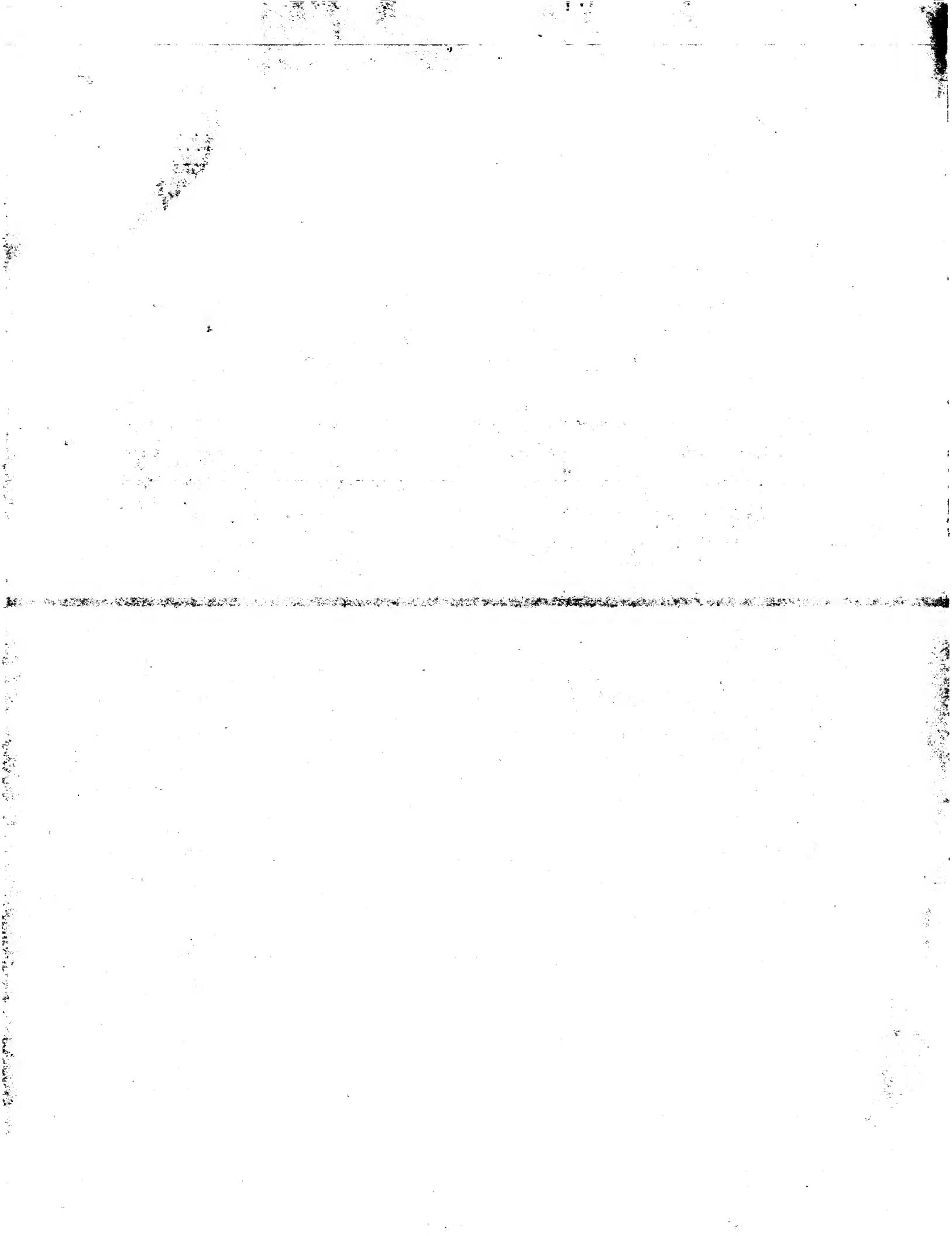
25

4. Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Auskopplung der Diagnosestrahlung (5; 14) aus der Laserstrahlung einen teildurchlässigen Spiegel der zur Leistungsmessung genutzten Laserstrahlung verwendet.

5. **Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der teildurchlässige Spiegel der Rückspiegel (13) der Strahlquelle ist.**
- 5 **6. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mechanische Mittel zur Erzeugung einer gepulsten Diagnosestrahlung vorgesehen sind.**
- 10 **7. Laserbearbeitungsmaschine nach einem Ansprache 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass elektronische Mittel zur Erzeugung einer gepulsten Diagnosestrahlung vorgesehen sind.**
- 15 **8. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinheit für einen Spülgaseinsatz in Abhängigkeit von dem gemessenen photoakustischen Effekt vorgesehen ist.**
- 20 **9. Laserbearbeitungsmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinheit zur Regelung der Durchflussrate eines oder mehrerer Versorgungsgase des Lasers und/oder der Laserbearbeitungsmaschine und von Arbeits- oder Schneidgasen in Abhängigkeit von der Analyse der Gasatmosphäre in den Zuleitungen oder in der Laserstrahlführung ausgebildet ist.**
- 25 **10. Laserbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, eine gemeinsame Messzelle (12) zur Analyse unterschiedlicher Gase der Laserbearbeitungsmaschine (11), insbesondere von Versorgungsgasen des Lasers und/oder der Laserbearbeitungsmaschine (11), von Schneidgasen und/oder Arbeitsgasen, vorgesehen ist.**

5 **11.** Laserbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Filter, insbesondere Aktivkohlefilter, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung zur Gasanalyse (Messzelle, Sensor) auch zur Überwachung der Filterwirkung einsetzbar ist.

10 **12.** Verfahren zur Steuerung einer Laserbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem gemessenen photoakustischen Effekt eine Geschwindigkeitsreduktion („Notlauf“) der Bearbeitung oder ein Abbruch der Bearbeitung („Stop“) erfolgt.



EPO - Munich
80
01. Aug. 2002

13

Trumpf Werkzeugmaschinen
25105

ZUSAMMENFASSUNG

Laserbearbeitungsmaschine

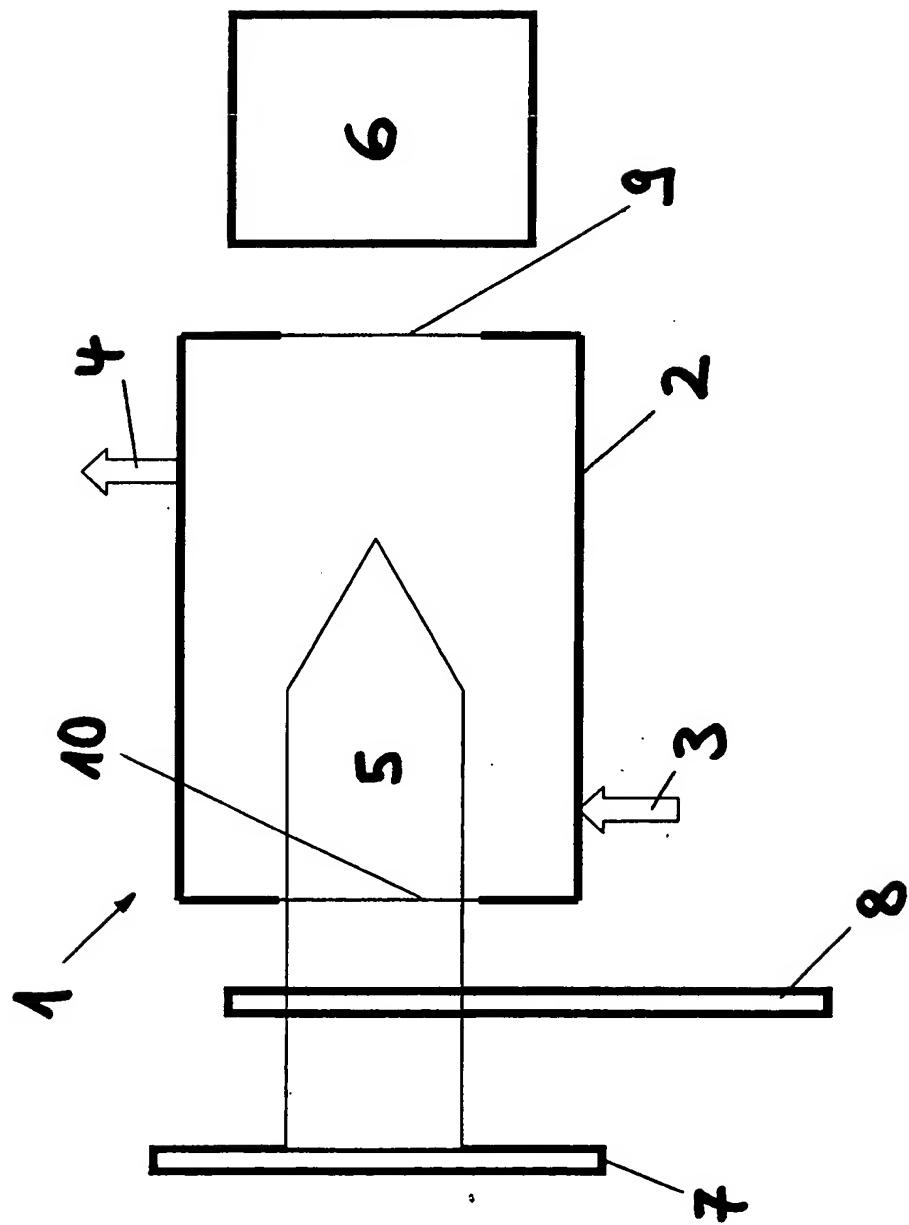
5

Eine Laserbearbeitungsmaschine weist eine Messzelle (2) auf, in welche ein zu analysierendes Gas einströmen kann. Weiterhin ist eine Einrichtung (7) zur Auskopplung einer Diagnosestrahlung (5) aus der zur Materialbearbeitung eines Werkstücks vorgesehenen Laserstrahlung 10 vorzugsweise eines CO₂-Lasers ausgebildet. Ein Schalldetektor dient der Erfassung des in der Messzelle (2) nach Absorption der Diagnosestrahlung (5) entstehenden sog. photoakustischen Effekts. Die Überwachung der Gasatmosphäre in der Strahlführung und/oder des Arbeitsgases des Lasers wird ermöglicht.

15

Figur 1

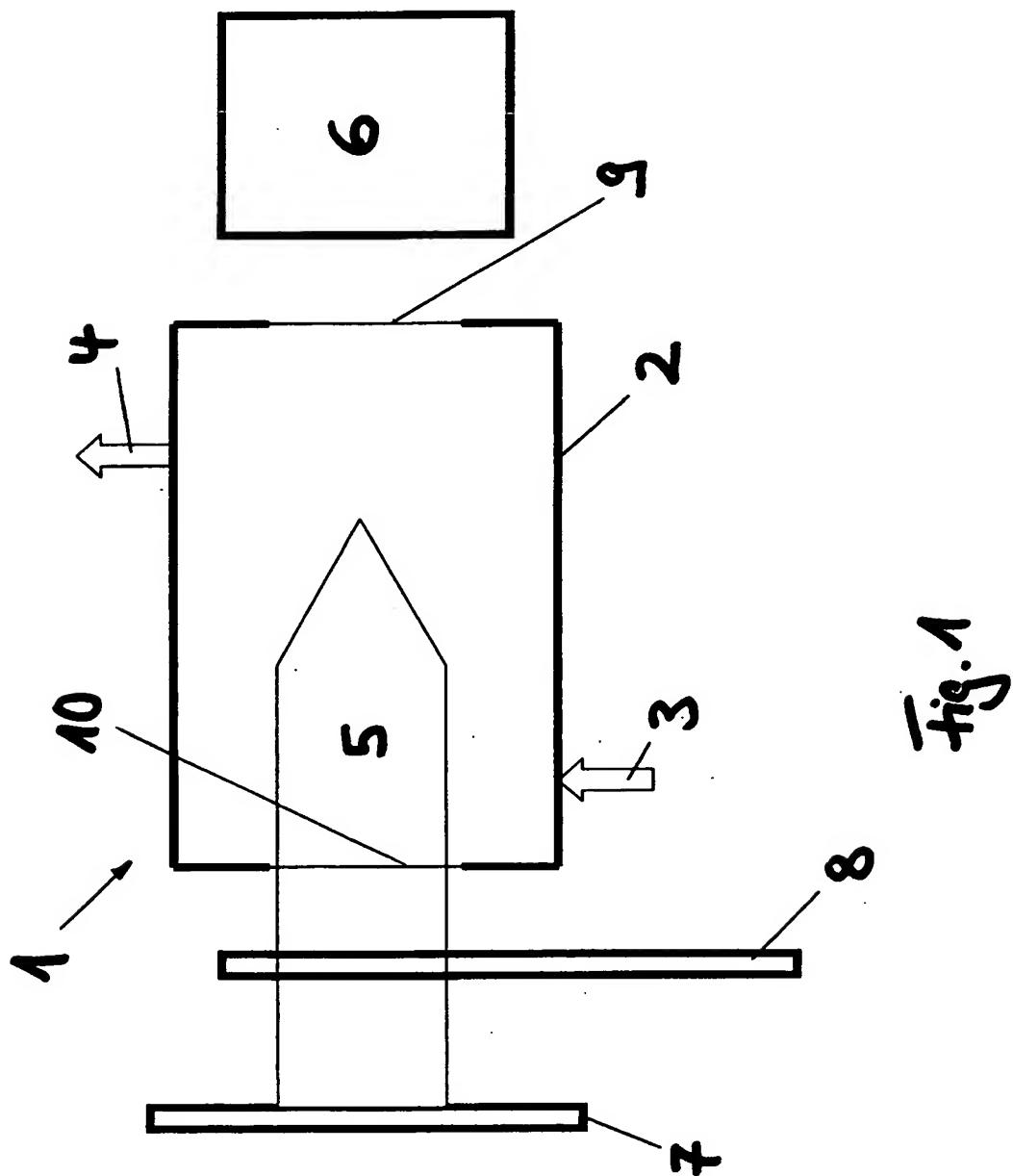
EPO - Munich
80
01. Aug. 2002





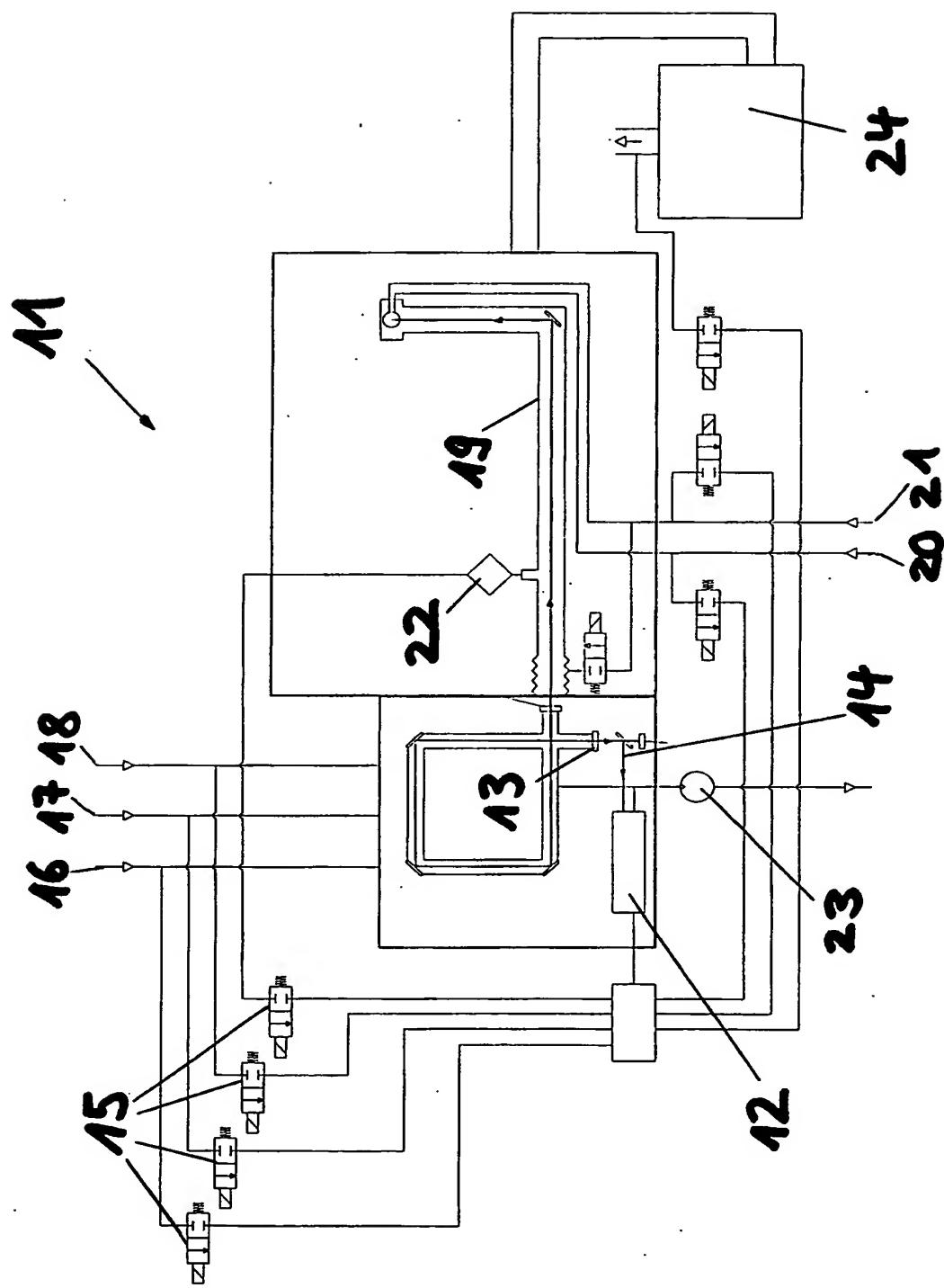
1/3

EPO - Munich
80
01. Aug. 2002



25105

2 / 3



1.5.2

3 / 3

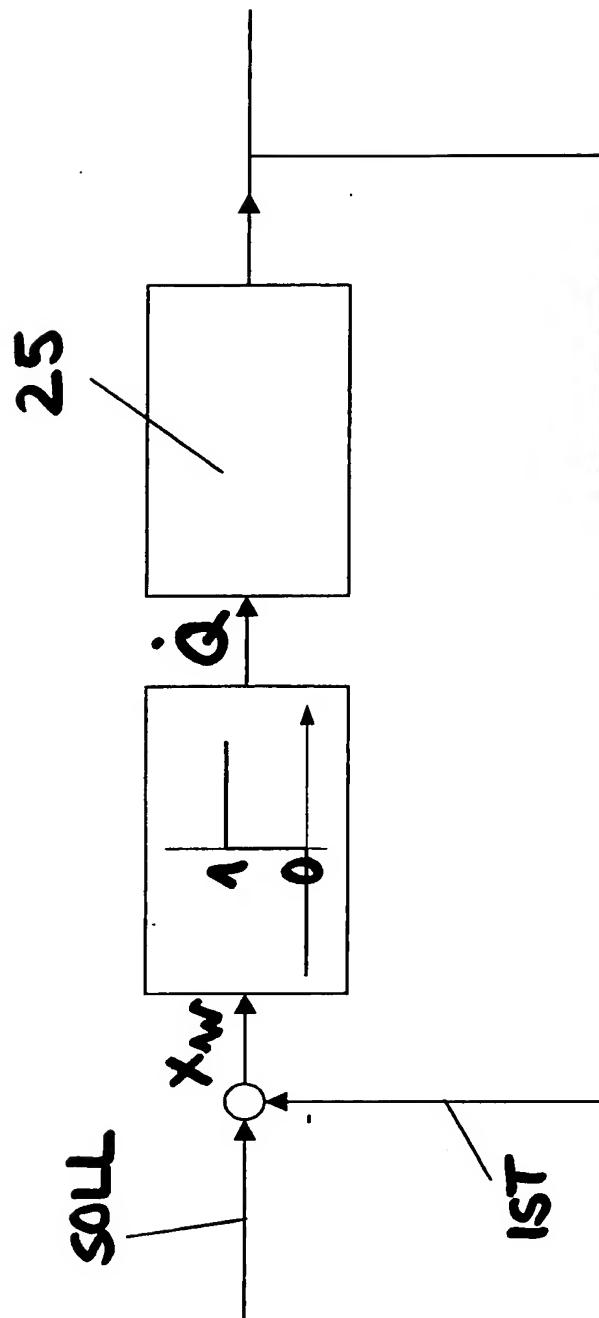


Fig. 3

25105

